**Лабораторная работа  
Статистические функции Excel**

**Цель работы:**Освоение приемов работы с функциями массивов (табличными функциями). Изучение элементарных статистических функций Excel

* **Формулы массивов (табличные формулы)**

*Массивом*называют блок ячеек электронной таблицы, который используется для создания формул, возвращающих некоторое множество результатов или оперирующих множеством значений, а не отдельными значениями.

*Формулы массивов*(иногда их называют *табличными формулами*), используют несколько множеств значений (*массивов аргументов*), и возвращают одно или несколько значений. Такие формулы позволяют обращаться с блоками, как с обычной ячейкой.

Рассмотрим работу с использованием массивов на следующем примере. Требуется определить прибыль для каждого года деятельности отеля, представленного в таблице 1.

Таблица 1.

**Пример использования функций массива**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **A** | **B** | **C** | **D** |
| **1** | ***Год*** | ***Приход*** | ***Расход*** | ***Прибыль*** |
| **2** | 2005 | 200 | 150 | {B2:B5-C2:C5} |
| **3** | 2006 | 360 | 230 | {B2:B5-C2:C5} |
| **4** | 2007 | 410 | 250 | {B2:B5-C2:C5} |
| **5** | 2008 | 200 | 180 | {B2:B5-C2:C5} |

Выделим блок D2:D5. Начнем ввод формулы – наберем знак =. Выделим блок B2:B5, наберем знак минус -, выделим блок С2:С5. Ввод формул массива заканчивается комбинацией клавиш Ctrl+Shift+Enter. После нажатия такой комбинации во всех ячейках блока D2:D5 появится формула {B2:B5-C2:C5}.

* **Основные правила работы с формулами массива:**
* перед вводом формулы нужно выделить ячейку или диапазон для результатов, если формула возвращает несколько значений, то диапазон результатов должен быть того же размера, что и диапазон исходных данных;
* фигурные скобки, отмечающие формулу массива, вводятся при завершении ввода формулы клавишами **Ctrl+Shift+Enter**, если фигурные скобки ввести вручную, такой ввод будет воспринят Excel как текст.
* для редактирования формулы массива необходимо выделить блок, активировать строку формул, внести изменения и завершить редактированием клавишами **Ctrl+Shift+Enter**;
* блок ячеек может указываться присвоенным ему именем (клавиша F3 и выбор имени в диалоге «Вставка имени»;
* массив исходных данных и массив результатов могут быть многомерными, т.е. включать несколько строк и столбцов.
* **Функции Excel, используемые для статистического анализа**

Статистический анализ данных необходим для оценки деятельности фирмы и прогноза ее работы на какой-то срок. Такой анализ основывается на сборе информации, определении по представленным массивам данных оценок, статистических показателей и тенденций развития фирмы.

В категорию статистических функций Excel входит около 80 функций, кроме того, значительное число функций статистического анализа входят в надстройку «Пакет анализа».

Для выполнения задания потребуются статистические функции, полное описание которых приведено ниже.

* ***МАКС(число1;число2; ...)*** - возвращает наибольшее значение из набора значений.
* Число1, число2,...— от 1 до 30 чисел, среди которых требуется найти наибольшее.
* Можно задавать аргументы, которые являются числами, пустыми ячейками, логическими значениями или текстовыми представлениями чисел. Аргументы, которые являются значениями ошибки или текстами, не преобразуемыми в числа, вызывают значения ошибок.
* Если аргумент является массивом или ссылкой, то в нем учитываются только числа. Пустые ячейки, логические значения или текст в массиве или ссылке игнорируются. Если логические значения или текст не должны игнорироваться, следует использовать функцию **МАКСА**. Если аргументы не содержат чисел, то функция **МАКС** возвращает 0 (ноль);
* ***МИН(число1;число2; ...)*** - возвращает наименьшее значение из набора значений, в остальном полностью аналогична функции **^ МАКС**;
* ***СРЗНАЧ(число1; число2; ...) -***возвращает среднее (арифметическое) своих аргументов.
* Число1, число2, ... — это от 1 до 30 аргументов, для которых вычисляется среднее.
* Аргументы должны быть либо числами, либо именами, массивами или ссылками, содержащими числа.
* Если аргумент, который является массивом или ссылкой, содержит тексты, логические значения или пустые ячейки, то такие значения игнорируются; однако ячейки, которые содержат нулевые значения, учитываются***;***

***ТЕНДЕНЦИЯ*** *(****известные\_значения\_y****; известные\_значения\_x; новые значения\_x; конст)* - возвращает значения в соответствии с линейным трендом, т.е. аппроксимирует прямой линией (по методу наименьших квадратов) массивы *”известные\_значения\_y”* и “*известные\_значения\_x”*. Возвращает значения y, в соответствии с этой прямой для заданного массива *новые\_значения\_x*.

* *Известные\_значения\_y* — множество значений y, которые уже известны для соотношения y = mx + b.
* Если массив *известные\_значения\_y* имеет один столбец, то каждый столбец массива *известные\_значения\_x* интерпретируется как отдельная переменная.  
  Если массив *известные\_значения\_y* имеет одну строку, то каждая строка массива *известные\_значения\_x* интерпретируется как отдельная переменная.
* *Известные\_значения\_x* — необязательное множество значений x, которые уже известны для соотношения *y = mx + b*.
* Массив *известные\_значения\_x*может содержать одно или несколько множеств переменных. Если используется только одна переменная, то *известные\_значения\_y*и *известные\_значения\_x* могут иметь любую форму, при условии, что они имеют одинаковую размерность.
* Если используется более одной переменной, то *известные\_значения\_y* должны быть вектором (то есть интервалом высотой в одну строку или шириной в один столбец).  
  Если *известные\_значения\_x* опущены, то предполагается, что это массив {1;2;3;...} такого же размера, как и *известные\_значения\_y*.
* *Новые\_значения\_x* — новые значения x, для которых ***ТЕНДЕНЦИЯ*** возвращает соответствующие значения y. *Новые\_значения\_x* должны содержать столбец (или строку) для каждой независимой переменной, как и*известные\_значения\_x*. Таким образом, если *известные\_значения\_y* — это один столбец, то *известные\_значения\_x* и *новые\_значения\_x* должны иметь такое же количество столбцов. Если *известные\_значения\_y* — это одна строка, то *известные\_значения\_x* и *новые\_значения\_x* должны иметь такое же количество строк.
* Если *новые\_значения\_x* опущены, то предполагается, что они совпадают с *известные\_значения\_x*.
* Если опущены оба массива *известные\_значения\_x* и *новые\_значения\_x*, то предполагается, что это массив {1;2;3;...} такого же размера, что и *известные\_значения\_y*.
* *Конст* — логическое значение, которое указывает, требуется ли, чтобы константа *b* была равна 0.
* Если *конст* имеет значение ИСТИНА или опущено, то *b* вычисляется обычным образом.
* Если *конст* имеет значение ЛОЖЬ, то *b* полагается равным 0, и значения *m* подбираются таким образом, чтобы выполнялось соотношение *y = mx*.

***РОСТ(известные\_значения\_y;известные\_значения\_x;новые\_значения\_x; конст) -***возвращает значения y для последовательности новых значений x, задаваемых с помощью существующих x- и y-значений, т.е. функция рассчитывает прогнозируемый экспоненциальный рост на основании имеющихся данных.

* *Известные\_значения\_y* — это множество значений *y*, которые уже известны в соотношении *y = b\*mx*. Если массив *известные\_значения\_y* имеет один столбец, то каждый столбец массива *известные\_значения\_x* интерпретируется как отдельная переменная. Если массив *известные\_значения\_y* имеет одну строку, то каждая строка массива *известные\_значения\_x* интерпретируется как отдельная переменная.
* *Известные\_значения\_x* — это необязательное множество значений *x*, которые уже известны для соотношения *y=b\*mx*. Если массив *известные\_значения\_y* имеет один столбец, то каждый столбец массива *известные\_значения\_x*интерпретируется как отдельная переменная. Массив *известные\_значения\_x* может содержать одно или несколько множеств переменных. Если используется только одна переменная, *то известные\_значения\_y* и*известные\_значения\_x* могут иметь любую форму, при условии, что они имеют одинаковую размерность. Если используется более одной переменной, то *известные\_значения\_y* должны быть вектором (то есть интервалом высотой в одну строку или шириной в один столбец). Если *известные\_значения\_x* опущены, то предполагается, что это массив {1;2;3;...} такого же размера, как и *известные\_значения\_y*.
* *Новые\_значения\_x* — это новые значения *x*, для которых *РОСТ*возвращает соответствующие значения *y*. *Новые\_значения\_x* должны содержать столбец (или строку) для каждой независимой переменной, как и*известные\_значения\_x*. Таким образом, если *известные\_значения\_y*— это один столбец, то *известные\_значения\_x* и *новые\_значения\_x* должны иметь такое же количество столбцов. Если *известные\_значения\_y*— это одна строка, то *известные\_значения\_x* и *новые\_значения\_x* должны иметь такое же количество строк. Если аргумент *новые\_значения\_x* опущен, то предполагается, что он совпадает с аргументом *известные\_значения\_x.*Если оба аргумента *известные\_значения\_x и новые\_значения\_x* опущены, то предполагается, что это массив {1;2;3;...} такого же размера, как и *известные\_значения\_y*.
* *Конст* — это логическое значение, которое указывает, требуется ли, чтобы константа *b* была равна 1. Если *конст* имеет значение ИСТИНА или опущено, то *b* вычисляется обычным образом. Если *конст* имеет значение ЛОЖЬ, то *b* полагается равным 1, а значения *m* подбираются так, чтобы *y = mx*.

***ПРЕДСКАЗ(x, известные\_значения\_y, известные\_значения\_x***) – вычисляет или предсказывает будущее значение по существующим значениям. Предсказываемое значение — это значение y, соответствующее заданному значению x. Значения x и y известны; новое значение предсказывается с использованием линейной регрессии. Эту функцию можно использовать для прогнозирования будущих продаж, потребностей в оборудовании или тенденций потребления.

* Функция ПРЕДСКАЗ имеет [аргументы (Аргумент. Значение, предоставляющее информацию для действия, события, метода, свойства, функции или процедуры.)](javascript:AppendPopup(this,'ofArgument_2_2')), указанные ниже.
* x — обязательный аргумент. Точка данных, для которой предсказывается значение.
* Известные\_значения\_y — обязательный аргумент. Зависимый массив или интервал данных.
* Известные\_значения\_x — обязательный аргумент. Независимый массив или интервал данных.
* Если x не является числом, функция ПРЕДСКАЗ возвращает значение ошибки #ЗНАЧ!.
* Если аргументы "известные\_значения\_y" и "известные\_значения\_x" пусты или количество точек данных в этих аргументах не совпадает, функция ПРЕДСКАЗ возвращает значение ошибки #Н/Д.
* Если дисперсия аргумента "известные\_значения\_x" равна 0, функция ПРЕДСКАЗ возвращает значение ошибки #ДЕЛ/0!.
* **Замечания**
* 1) Формулы, которые возвращают массивы, должны быть введены как формулы массива.

2) При вводе константы массива для аргумента, такого *как известные\_значения\_x*, следует использовать точку с запятой для разделения значений в одной строке и двоеточие для разделения строк.

* **Задание**

Для приведенных в таблице 2 данных о реализации гостиничных услуг сетью отелей ***«Европа***» вычислить:

* минимальные, максимальные и среднее показатели по каждому кварталу;
* средние показатели по каждому отелю;
* вычислить средний доход по всей сети отелей за отчетный период;
* дать оценку работы каждого отеля: «хорошо», если доход отеля превышает средний по сети, и «плохо», если доход меньше среднего по сети;
* построить линейную и экспоненциальную модель деятельности сети отелей и дать прогноз для двух следующих кварталов;
* оценить относительные отклонения для среднего значения и «Тенденции», для среднего значения и «Роста».

^ Таблица 2.

**Исходные данные**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **A** | **B** | **C** | **D** | **E** | **F** | **G** |
| 1 | **Отель** | **1 кв.** | **2 кв.** | **3 кв.** | **4 кв.** | **Среднее по** | **Оценка** |
| **отелю** |
| 2 | ***Швеция*** | 1500 | 2000 | 6000 | 8000 |  |  |
| 3 | ***Дания*** | 1400 | 5000 | 4100 | 5000 |  |  |
| 4 | ***Норвегия*** | 3600 | 3600 | 3000 | 4500 |  |  |
| 5 | ***Финляндия*** | 1100 | 1045 | 9100 | 7800 |  |  |
| 6 | ***Германия*** | 3850 | 3650 | 7800 | 11000 |  |  |
| 7 | ***Польша*** | 6800 | 7250 | 8122 | 9450 |  |  |
| 8 | ***Чехия*** | 6590 | 7050 | 6400 | 6440 |  |  |
| 9 | ***Словакия*** | 930 | 3970 | 4512 | 4600 |  |  |
| 10 | ***Венгрия*** | 8912 | 7490 | 3570 | 8000 |  |  |
| 11 | ***Болгария*** | 3590 | 3800 | 5464 | 5954 |  |  |
| 12 | **Мин** |  |  |  |  |  |  |
| 13 | **Мах** |  |  |  |  |  |  |
| 14 | **Среднее** |  |  |  |  |  |  |
| 15 |  | **1** | **2** | **3** | **4** |  |  |
| 16 | **Тенденция по среднему** |  |  |  |  |  |  |
| 17 | **Рост по среднему** |  |  |  |  |  |  |
| 18 | **Погрешность** |  |  |  |  |  |  |
| **тенденции** |
| 19 | **Погрешность** |  |  |  |  |  |  |
| **роста** |  |  |
| 20 | **Лучший отель по сети** |  |  |  |  |  |  |
|  | **Доход** |  |  |  |  |  |  |

* **Технология выполнения**
  1. Минимальные, максимальные и средние значения по кварталам и средние значения по турам подсчитываются с помощью **Мастера функций**.
  2. Для оценки работы отеля используется среднее значение дохода по сети и функция ***ЕСЛИ()***.
  3. Функция ***Тенденция***показывает динамику изменения данных и позволяет получить прогноз на будущее. При этом изменение данных описывается линейным уравнением. Для определения ***Тенденции***:
     + Выделить новый диапазон ячеек для размещения результатов (**B16:E16)**;
     + В строке формул вставить функцию **Тенденция** и в **Мастере функций** в поле аргумента *известные\_значения\_y* указать диапазон средних по кварталу значений.
     + *Известные\_значения\_x* можно не устанавливать, т.к. это 1, 2, 3, 4 кварталы.
     + Выйти из Мастера функций – **Ok**.
     + Установить курсор в строке формул, нажать комбинацию клавиш **Ctrl+Shift+Enter**, в выделенном новом массиве появятся результаты.
  4. Функция **Тенденция** показывает линейную модель изменения показателей, экспоненциальная модель строится функцией **Рост**.
  5. Самостоятельно вычислите функцию **Рост** для средних по кварталам, подобно тому, как вычислялась функция **Тенденция**.
  6. Вычислить прогноз развития событий на ближайшие два квартала, используя функцию **Тенденция**:
     + Справа от ячейки со значением **Тенденция** для 4-го квартала выделить две свободные ячейки.
     + Вставить функцию **Тенденция** и в **Мастере функций** указать:
     + в поле *известные\_значения\_y* вычисленные ранее значения **Тенденция** за четыре квартала (диапазон B16:E16);
     + в поле *новые\_значения\_x* – диапазон F15:G15 – кварталы 5 и 6, для которых выполняется прогноз.
     + Завершить работу Мастера – **Ok**, завершить ввод функции массива **Ctrl+Shift+Enter**, в выделенных ячейках появятся предсказанные по линейной модели значения для 5 и 6 кварталов.
  7. Таким же образом рассчитать прогноз по экспоненциальной модели с помощью функции **Рост**.
  8. Оценить относительные отклонения в процентах для среднего значения и **Тенденции**, для среднего значения и **Роста** (для каждого из четырех кварталов) по формуле:

***Относительное отклонение=(yфакт- yмодели)/yмодели,***где *yфакт* - среднее значение;   
 *yмодели*– значение, определенное с помощью ***Тенденции***или***Роста***.

Пример расчета показателей работы отелей по первому кварталу приведен в таблице 3.

Таблица 3.

**Пример расчета показателей работы отелей по первому кварталу**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | ***A*** | ***B*** |
| **13** | **Мин** | =МИН(В3:В12) |
| **14** | **Мах** | =МАКС(В3:В12) |
| **15** | **Среднее** | =СРЗНАЧ(В3:В12) |
| **17** | **Тенденция по среднему** | =ТЕНДЕНЦИЯ(В15:Е15) |
| **18** | **Рост по среднему** | =РОСТ(В15:Е15) |
| **19** | **Погрешность** | =(В15-В17)/В17 |
| **тенденции** |
| **20** | **Погрешность** | =(В15-В18)/В18 |
| **роста** |
| **21** | **Лучший отель по сети** | =ИНДЕКС($А$3:В12;ПОИСКПОЗ(МАКС(В3:В12);В3:В12;0);1) |
| **22** | **Доход** | =ИНДЕКС($А$3:В12;ПОИСКПОЗ(МАКС(В3:В12);В3:В12;0);2) |

Результаты расчетов приведены в таблице 4.

Таблица 4.

**Результаты расчетов**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **A** | **B** | **C** | **D** | **E** | **F** | **G** |
| ***1*** | **Отель** | **1 кв.** | **2 кв.** | **3 кв.** | **4 кв.** | **Среднее по** | **Оценка** |
| **отелю** |
| ***2*** | ***Швеция*** | 1500 | 2000 | 6000 | 8000 | 4375 | **Плохо** |
| ***3*** | ***Дания*** | 1400 | 5000 | 4100 | 5000 | 3875 | **Плохо** |
| ***4*** | ***Норвегия*** | 3600 | 3600 | 3000 | 4500 | 3675 | **Плохо** |
| ***5*** | ***Финляндия*** | 1100 | 1045 | 9100 | 7800 | 4761,25 | **Плохо** |
| ***6*** | ***Германия*** | 3850 | 3650 | 7800 | 11000 | 6575 | Хорошо |
| ***7*** | ***Польша*** | 6800 | 7250 | 8122 | 9450 | 7905,5 | Хорошо |
| ***8*** | ***Чехия*** | 6590 | 7050 | 6400 | 6440 | 6620 | Хорошо |
| ***9*** | ***Словакия*** | 930 | 3970 | 4512 | 4600 | 3503 | **Плохо** |
| ***10*** | ***Венгрия*** | 8912 | 7490 | 3570 | 8000 | 6993 | Хорошо |
| ***11*** | ***Болгария*** | 3590 | 3800 | 5464 | 5954 | 4702 | **Плохо** |
| ***12*** | **Мин** | 930 | 1045 | 3000 | 4500 |  |  |
| ***13*** | **Мах** | 8912 | 7490 | 9100 | 11000 |  |  |
| ***14*** | **Среднее** | 3827 | 4486 | 5807 | 7074 | **5298** |  |
| ***15*** |  | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| ***16*** | **Тенденция по среднему** | 3639 | 4745 | 5852 | 6958 | 8064 | 9170 |
| ***17*** | **Рост по среднему** | 3760 | 4639 | 5724 | 7063 | 8714 | 10752 |
| ***18*** | **Погрешность** | 5,17% | -5,48% | -0,77% | 1,67% |  |  |
| **тенденции** |
| ***19*** | **Погрешность** | 1,79% | -3,32% | 1,44% | 0,17% |  |  |
| **роста** |  |  |
| ***20*** | **Лучший отель по сети** | Венгрия | Венгрия | Финляндия | Германия |  |  |
| ***21*** | **Доход** | 8912 | 7490 | 9100 | 11000 |  |  |

**Дополнительные задания**

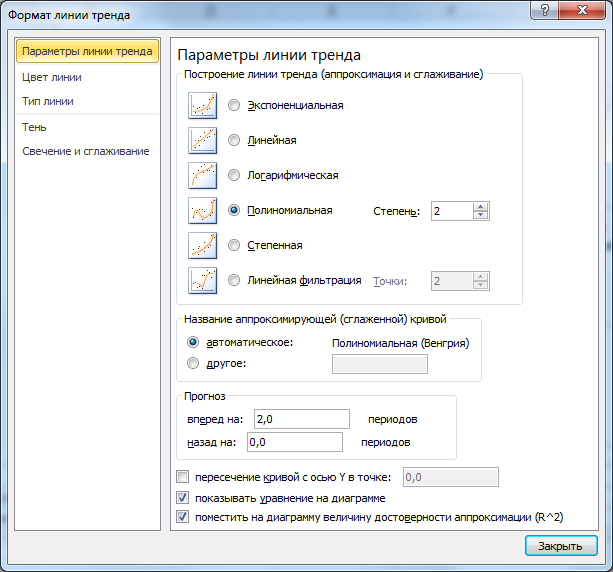
* 1. Выполнить условное форматирование Столбца **Оценка** – выделить красным цветом отели, доход которых меньше среднего.
  2. Определить лучший отель по сети за квартал и его доход.
  3. Дополнить таблицу строкой Предсказание для 5 и 6 кварталов.
  4. Построить диаграмму – график изменения доходов по кварталам и тенденцию изменения доходов по кварталам, включая прогноз на два следующие квартала, а также рост изменения доходов по кварталам.

Пример для отеля «Венгрия» представлен на диаграмме 1.

**Диаграмма 1.**

* 1. Добавить на график **линию тренда**.
* Проще всего построить [график](http://www.kakprosto.ru/kak-36510-kak-narisovat-v-vorde-grafik) функции тренда непосредственно сразу после внесения имеющихся данных в массив. Для этого на листе с таблицей данных выделите не менее двух ячеек диапазона, для которого будет построен график, и сразу после этого вставьте диаграмму. Вы можете воспользоваться такими видами диаграмм, как график, точечная, гистограмма, пузырьковая, биржевая. Остальные виды диаграмм не поддерживают функцию построения тренда.
* В меню «Диаграмма» выберите пункт «Добавить линию тренда». В открывшемся окне на вкладке «Тип» выберите необходимый тип линии тренда, что в математическом эквиваленте также означает и способ аппроксимации данных. При использовании описываемого метода вам придется делать это «на глаз», т.к. никаких математических вычислений для построения графика вы не проводили.
* Поэтому просто прикиньте, какому типу функции более всего соответствует график имеющихся данных: линейной, логарифмической, экспоненциальной, степенной или иной. Если же вы сомневаетесь в выборе типа аппроксимации, можете построить несколько линий, а для большей точности прогноза на вкладке «Параметры» этого же окна отметить флажком пункт «поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации (R^2)».
* Сравнивая значения R^2 для разных линий, вы сможете выбрать тот тип графика, который характеризует ваши данные наиболее точно, а, следовательно, строит наиболее достоверный прогноз. Чем ближе значение R^2 к единице, тем точнее вы выбрали тип линии. Здесь же, на вкладке «Параметры», вам необходимо указать период, на который делается прогноз.
* Такой способ построения тренда является весьма приблизительным, поэтому лучше все-таки [произвести](http://www.kakprosto.ru/kak-74667-kak-proizvesti-pervoe-vpechatlenie-na-devushku) хотя бы самую примитивную статистическую обработку имеющихся данных. Это позволит построить прогноз более точно.
* Если вы предполагаете, что имеющиеся данные описываются линейным уравнением, просто выделите их курсором и произведите автозаполнение на необходимое число периодов, или количество ячеек. В данном случае нет необходимости находить значение R^2, т.к. вы заранее подогнали прогноз к уравнению прямой.
* Если же вы считаете, что известные значения переменной лучше всего могут быть описаны с помощью экспоненциального уравнения, также выделите исходный диапазон и произведите автозаполнение необходимого количества ячеек, удерживая правую клавишу мыши. При помощи автозаполнения вы не сможете построить других типов линий, кроме двух указанных.

Рабочее окно для построения линии тренда представлено на рисунке 1.



**Рисунок 1.**